

新能源光伏发电、储能及电动汽车充电桩的技术开发与 EPC 项目管理探索

刘宗文

广东 东莞 523000

DOI:10.61369/WCEST.2025110001

摘 要： 本文围绕新能源光伏发电、储能及电动汽车充电桩展开，探讨关键技术发展、集成创新等内容。阐述新能源 EPC 工程特点、全周期管理难点，强调数字化设计平台、设备选型分析、质量控制等重要性。介绍风险防范、接口管理等机制及供应链管理创新，指出三位一体系统协同创新及数字孪生技术平台的发展方向。

关 键 词： 新能源 EPC 工程；系统集成；协同创新

Exploration of Technical Development and EPC Project Management for New Energy Photovoltaic Power Generation, Energy Storage, and Electric Vehicle Charging Stations

Liu Zongwen

Dongguan, Guangdong 523000

Abstract： This article focuses on the development of key technologies and integrated innovation in new energy photovoltaic power generation, energy storage, and electric vehicle charging piles. Elaborate on the characteristics of new energy EPC projects, the difficulties in full cycle management, and emphasize the importance of digital design platforms, equipment selection analysis, quality control, and other aspects. Introduce mechanisms for risk prevention, interface management, and innovation in supply chain management, and point out the development direction of the three in one system collaborative innovation and digital twin technology platform.

Keywords： new energy EPC engineering; system integration; collaborative innovation

引言

2020 年，国家发展改革委、国家能源局颁布《关于做好可再生能源绿色电力证书全覆盖工作 促进可再生能源电力消费的通知》，进一步推动新能源产业发展。在此政策背景下，新能源光伏发电、储能及电动汽车充电桩三位一体系统的发展意义重大。关键技术发展、集成创新等推动系统向高效智能迈进，但也面临设计、选型、并网等难点。数字化设计、技术经济分析、质量控制、风险防范等环节至关重要，接口管理、供应链管理、施工过程控制、验收标准体系等协同发力，助力实现技术与管理的协同创新与可持续发展。

一、新能源技术开发现状与突破方向

（一）光伏发电系统关键技术

在新能源光伏发电系统中，关键技术的发展对提升发电效率与稳定性至关重要。高效单晶硅组件技术不断取得进展，其转换效率持续提升，降低了光伏发电成本，成为推动光伏大规模应用的关键因素之一^[1]。智能跟踪支架研发现状也备受关注，它通过实时跟踪太阳位置，调整光伏组件朝向，显著提高了太阳辐射能的接收量，增加发电产出。智能运维系统则是实现光伏发电系统智能化管理的核心，其技术突破方向聚焦于故障智能诊断、远程监控与精准预测性维护，旨在减少运维成本，保障系统长期稳定

运行。这些关键技术的协同发展，共同推动着新能源光伏发电系统向高效、智能、可靠的方向迈进。

（二）储能与充电设施集成创新

在新能源技术发展中，储能与充电设施集成创新至关重要。当前，电化学储能系统能量管理技术致力于提升储能效率与稳定性，以更好地匹配光伏发电的间歇性与波动性。光储充一体化系统架构设计正逐步完善，通过将光伏发电、储能及充电设施有机融合，实现能源的高效利用与分配。快充设备的拓扑结构创新则聚焦于提高充电速度，减少充电时间，满足电动汽车用户的快速充电需求。然而，目前仍存在系统兼容性不足、成本较高等问题。未来的突破方向在于进一步优化系统架构，提升各部分之间

的兼容性与协同性，降低整体成本^[2]。同时，持续推进快充设备拓扑结构的创新研究，提高充电效率与安全性，以实现储能与充电设施的深度集成与高效运行。

二、EPC 项目管理模式特性分析

（一）新能源 EPC 工程特点

新能源 EPC 工程有其独特特点。在技术集成性方面，新能源项目涉及光伏发电、储能及电动汽车充电桩等多领域技术，需高度整合以确保系统高效运行。例如，要使光伏发电与储能系统精准匹配，满足不同时段用电需求。其复杂性也显著，从前期选址、规划到设备选型、安装调试，各环节紧密相连且受自然条件、政策法规等多种因素影响。再者，时效性强，新能源行业技术更新快，项目需紧跟技术前沿，快速实施，否则易因技术落后而影响效益。同时，质量要求高，新能源项目运行周期长，一旦出现质量问题，维修成本高且影响供电稳定性。这些特点决定了新能源 EPC 工程在管理上要更注重系统性、前瞻性和精细化^[3]。

（二）项目全周期管理难点

在新能源光伏发电、储能及电动汽车充电桩的 EPC 项目全周期管理中，面临诸多难点。前期设计优化时，需精准考量不同区域光照条件、储能需求及充电桩布局，以实现能源高效利用与成本控制，但复杂的地理环境、多样的用户需求增加了设计难度^[4]。设备选型匹配方面，新能源设备技术更新快，要兼顾性能、兼容性与成本，从众多品牌和型号中选出最优组合并非易事。例如，光伏发电组件与储能电池的充放电特性匹配不当，会影响系统稳定性。并网调试阶段，需协调电网公司，满足严格的技术标准和接入规范，同时确保各子系统稳定运行，任何环节出现问题都可能导致并网延迟，增加项目成本与风险。

三、技术与管理协同发展路径

（一）系统集成与工程实现

1. 数字化设计平台应用

在新能源光伏发电、储能及电动汽车充电桩的系统集成与工程实现中，数字化设计平台应用发挥着关键作用。通过构建 BIM+GIS 三维可视化设计体系，能在光伏阵列排布优化方面取得显著成效。借助该体系，可直观呈现光伏电站地形地貌、周边环境等信息，精准分析太阳辐射、阴影遮挡等对光伏阵列发电效率的影响^[5]。依据这些分析结果，对光伏阵列的间距、倾角等参数进行优化调整，提升光伏发电效率。同时，该平台还能实现各专业间的协同设计，提前发现并解决设计冲突，减少施工变更，提高工程整体质量与进度。从管理角度，方便项目各方实时获取项目信息，为决策提供准确依据，促进技术与管理的高效协同，保障 EPC 项目顺利推进。

2. 设备选型技术经济分析

在新能源光伏发电、储能及电动汽车充电桩的系统集成与工程实现中，设备选型的技术经济分析至关重要。对于逆变器，需

综合考量转换效率、额定功率、谐波失真等技术参数，同时分析其初始购置成本、运维成本及使用寿命内的收益，以确保在满足发电需求的同时实现经济最优。储能系统选型要关注储能容量、充放电效率、循环寿命等技术指标，结合成本核算方法评估其长期经济性，包括储能设备成本、充放电损耗成本等。充电桩选型除考虑充电功率、兼容性等技术特性外，还需分析场地租赁成本、运营管理成本等经济因素。通过全面的技术经济分析，基于建立的匹配模型与全生命周期成本核算方法^[6]，选出性价比高、适配性强的设备，实现三者的高效协同，推动新能源项目的可持续发展。

（二）项目质量管控体系

1. 全过程质量控制节点

在新能源光伏发电、储能及电动汽车充电桩的 EPC 项目中，全过程质量控制节点至关重要。从组件衰减测试环节开始，需严格遵循既定标准，精确测量光伏组件在不同环境与时间下的性能衰减，为后续发电效率评估提供可靠数据。针对储能系统，循环寿命验证是关键节点，通过模拟实际充放电场景，准确判断储能设备的使用寿命与稳定性。这些过程都要依据制定好的标准化检测流程执行^[7]。在电动汽车充电桩方面，要对电气性能、充电接口兼容性等进行全面检测。各个质量控制节点紧密相连，任一环节出现问题都可能影响整个项目的质量与运行效果。只有严格把控全过程质量控制节点，才能确保新能源项目的高效、稳定与安全运行，实现技术与管理的协同发展。

2. 风险防范机制设计

在新能源光伏发电、储能及电动汽车充电桩的 EPC 项目中，风险防范机制设计至关重要。借助气候适应性评价模型，能提前评估项目在不同气候条件下可能面临的风险，如极端天气对光伏发电效率、储能设备稳定性及充电桩使用安全的影响，据此制定针对性的防护与应对策略。通过设备故障树分析（FTA）预警系统，可对设备潜在故障进行深度剖析，找出故障的根本原因和传播路径。当监测到关键参数异常时，及时发出预警，以便运维人员迅速采取措施，避免故障扩大。这种风险防范机制设计，从气候适应性和设备故障预警两方面入手，保障项目稳定运行，降低潜在风险，助力技术与管理协同发展^[8]。

四、EPC 工程管理实施路径

（一）设计管理优化策略

1. 方案协同设计机制

建立建筑载荷计算与光伏支架设计的参数化协同平台，旨在打破不同设计环节间的壁垒。在新能源光伏发电 EPC 项目中，建筑载荷计算关乎建筑结构安全性，而光伏支架设计则直接影响光伏发电效率与稳定性。借助参数化协同平台，将二者紧密关联，一方数据变动时，另一方能及时响应并调整。例如，当建筑结构因实际情况需调整布局，导致载荷分布变化，平台能迅速将新的载荷数据传递至光伏支架设计模块，依据预设算法自动生成适配的支架设计调整方案，确保光伏支架在新的载荷条件下依然稳

固。这种实时、高效的参数化协同机制，可大幅减少设计反复，提高设计效率与质量，助力项目顺利推进^[9]。

2. 接口管理标准化

在新能源光伏发电、储能及电动汽车充电桩的 EPC 项目中，接口管理标准化至关重要。制定电气系统衔接协议与通信规约统一标准是关键举措。需明确各系统间电气连接的具体参数，如电压等级、电流容量、频率等，确保电力传输的稳定性与兼容性^[10]。在通信规约方面，统一数据传输格式、通信协议，让光伏发电、储能及充电桩系统能有效交互信息，实现协同运行。例如规定采用 Modbus 等通用协议，使各设备间可便捷通信与数据共享。通过这样的标准化，降低系统间的接口复杂度，减少因接口不兼容导致的故障与延误，提升整个 EPC 项目的运行效率与可靠性，为新能源项目的稳定高效运行奠定基础。

（二）供应链管理创新

1. 设备供应商分级管理

在 EPC 工程管理实施路径的供应链管理创新中，设备供应商分级管理基于技术参数匹配度的动态评价体系展开。全面考量供应商在新能源光伏发电、储能及电动汽车充电桩技术开发方面，所供设备技术参数与项目要求的契合程度。对技术参数匹配度高且稳定，能持续提供优质设备、满足项目技术升级需求的供应商，列为高级别，给予更多合作机会与优惠政策，激励其保持优势。对于匹配度一般的，协助改进提升，定期评估进展。若匹配度长期不达标则降低级别甚至淘汰。通过这种分级管理，优化供应商结构，确保项目设备供应质量与技术先进性，提升 EPC 项目整体管理水平，促进新能源领域技术开发与应用的高效推进。

2. 物流跟踪信息系统

在新能源光伏发电、储能及电动汽车充电桩 EPC 项目中，供应链管理创新的物流跟踪信息系统发挥着关键作用。通过建立该系统，可对项目所需设备与材料从采购源头到施工现场的物流全程进行精准跟踪。运用先进的物联网技术，将传感器、GPS 定位等集成于物流环节，实时收集运输位置、环境状态等数据。利用大数据分析功能，预测物流风险，如运输延误、货物损坏等，并提前制定应对策略。同时，该系统与项目其他管理模块深度融合，实现信息共享，让项目团队能随时掌握物流动态，以便合理安排施工进度，保障项目按计划推进，提高整体管理效率与效益。

参考文献

- [1] 许强. 基于电动汽车有序充电的光伏充电站储能配置研究 [D]. 南京师范大学, 2021.
- [2] 肖刚. 南宁 W 村 EPC 分布式光伏发电项目过程管理研究 [D]. 广西大学, 2021.
- [3] 同伟. 电动汽车充电与光储电站协同运行策略研究 [D]. 山东理工大学, 2022.
- [4] 周文杰. 基于互联网光伏充电桩研究与设计 [D]. 广西大学, 2021.
- [5] 郭子瑶. 光伏型电动汽车充电站实时能量管理策略研究 [D]. 哈尔滨工业大学, 2021.
- [6] 袁家堂, 李振坡, 杨玉龙, 等. EPC 模式下的光伏发电项目管理研究 [J]. 中国高科技, 2021, (21): 68-69.
- [7] 徐运何. 新能源光伏发电项目施工管理研究 [J]. 大众标准化, 2021, (05): 223-225.
- [8] 边维龙. 新能源光伏发电项目的施工管理分析 [J]. 电子技术, 2023, 52(04): 264-265.
- [9] 李慧玲, 王维军, 廖亚特, 等. 基于电动汽车充电管理的村级光伏发电系统公用储能配置优化研究 [J]. 广东电力, 2023, 36(12): 30-38.
- [10] 王鹏. 新能源光伏发电项目并购管理与风险研究 [J]. 能源科技, 2023, 21(05): 72-75.

（三）施工过程控制技术

1. 智能调度系统开发

在新能源光伏发电、储能及电动汽车充电桩的 EPC 工程施工过程控制技术中，智能调度系统开发极为关键。需结合应用遗传算法进行多作业面资源动态调配优化。系统开发要能实时监测光伏发电、储能及充电桩的运行数据，如电量输出、存储状态、充电需求等。通过对这些数据的分析与处理，利用遗传算法的优势，实现各类资源在不同作业面的动态优化调配，确保资源的高效利用。同时，该系统要具备智能决策功能，依据实时情况及预测信息，自动生成科学合理的调度方案，及时调整作业进度与资源分配，提高工程施工效率，保障整个新能源项目施工过程的顺利推进与稳定运行。

2. 工程验收标准体系

在新能源光伏发电、储能及电动汽车充电桩的 EPC 项目中，工程验收标准体系至关重要。建立专项验收规程，涵盖 IV 曲线测试，通过该测试可准确获取光伏组件的电流 - 电压特性曲线，判断组件性能是否达标，及时发现组件存在的潜在问题，如遮挡、老化等。绝缘阻抗检测也不可或缺，其能衡量系统绝缘性能，避免因绝缘不良引发电气安全事故，确保光伏发电、储能及充电桩系统稳定运行。严格依据此验收规程开展工作，能保证项目各环节符合质量要求，提升整个新能源项目的可靠性与安全性，为后续投入使用奠定坚实基础。

五、总结

新能源光伏发电、储能及电动汽车充电桩三位一体系统，实现了技术开发路径与 EPC 管理模式的协同创新。在技术开发上，三者相互支撑，光伏发电提供清洁能源，储能解决电力供需时间错配，充电桩满足电动汽车发展需求。EPC 管理模式则通过一体化的设计、采购与施工，保障项目高效推进，降低成本与风险。

基于数字孪生技术的工程管理平台是未来发展方向，它能对项目全生命周期进行数字化模拟与监控，提高决策科学性与管理精准度。光储充系统在城市能源互联网中有广阔应用前景，可优化能源分配，提高能源利用效率，助力城市向绿色低碳转型，推动可持续发展，为构建新型城市能源体系提供有力支撑。